

---

**Reheating of fluid by electromagnetic field**

Patent Number: FR2713871  
Publication date: 1995-06-16  
Inventor(s): ROBERT BOLCATO  
Applicant(s): BOLCATO ROBERT (FR)  
Requested Patent: ☐ FR2713871  
Application Number: FR19930015101 19931215  
Priority Number(s): FR19930015101 19931215  
IPC Classification: H05B6/10; H05B6/36  
EPC Classification: H05B6/02S  
Equivalents:

---

**Abstract**

The fluid heater has a closed magnetic circuit (2). One arm of the magnetic circuit carries a multi-turn winding (15) connected (17) to an electrical supply. The other arm of the magnetic circuit carries a double-walled cylinder (19) fabricated from a conductive material. This cylinder forms a single-turn short-circuited secondary. The cylinder (19) has a fluid inlet and fluid outlet to allow a fluid to circulate between the cylinder walls and gather heat from the cylinder walls. The cylinder has transverse internal walls formed by annular plates to extend the contact time as the fluid passes from inlet to outlet. Holes in each of the annular plates allows the fluid to pass through.

---

Data supplied from the esp@cenet database - 12

---

**BEST AVAILABLE COPY**

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

11 N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 713 871

21 N° d'enregistrement national :

93 15101

51 Int Cl : H 05 B 6/10, 6/36

12

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 15.12.93.

30 Priorité :

43 Date de la mise à disposition du public de la  
demande : 16.06.95 Bulletin 95/24.

56 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule.*

60 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

71 Demandeur(s) : BOLCATO Robert - FR.

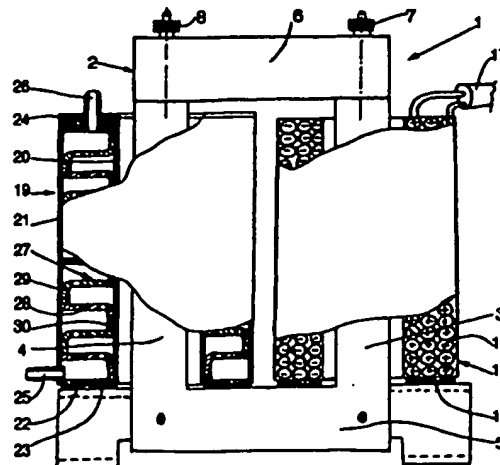
72 Inventeur(s) : BOLCATO Robert.

73 Titulaire(s) :

74 Mandataire : Bureau D.A. Casalonga Josse.

54 Dispositif de réchauffage d'un fluide par champ électromagnétique.

57 Dispositif de réchauffage (1) d'un fluide, comprenant au moins un générateur de champ électromagnétique (15) dans au moins un circuit magnétique fermé (2) présentant en au moins un endroit un noyau magnétique (4) et au moins un élément (27) en un matériau conducteur de l'électricité, qui s'étend autour dudit noyau magnétique et qui est en court-circuit dans le sens périphérique de ce dernier, ledit élément présentant au moins une surface en contact avec le fluide à réchauffer, de telle sorte que les courants induits dans cet élément provoquent l'échauffement de ce dernier afin de réchauffer le fluide, ledit élément (27) pouvant avantageusement être disposé dans un récipient (19) dans lequel peut circuler le fluide.



1

**DISPOSITIF DE RECHAUFFAGE**  
**D'UN FLUIDE PAR CHAMP ELECTROMAGNETIQUE**

La présente invention concerne un dispositif de réchauffage de fluide, liquide ou gazeux.

5

Des dispositifs de réchauffage de fluide connus comprennent des éléments résistifs parcourus par un courant électrique, qui dégagent de la chaleur grâce à l'effet Joule. Ces dispositifs présentent généralement une petite surface d'échanges thermiques et il apparaît des zones chaudes ou surchauffes locales très néfastes au réchauffage de produits sensibles. Pour éviter cet inconvénient, on a proposé de disposer les éléments résistifs chauffants dans des gaines. Cependant, ces gaines augmentent l'inertie thermique du dispositif. De tels dispositifs de réchauffage sont incompatibles avec des fluides à réchauffer à risque explosif ou sensibles à des courants électriques de fuite difficilement évitables.

10

15

On connaît par ailleurs des dispositifs de réchauffage de fluide qui mettent en oeuvre un fluide intermédiaire entre le moyen de chauffage et le fluide à chauffer. Ces dispositifs connus présentent une très grande inertie thermique et sont en général coûteux.

20

La présente invention a pour objet un dispositif de réchauffage d'un fluide de conception et de fonctionnement tout à fait différent de ceux des dispositifs de réchauffage connus.

25

Le dispositif de réchauffage d'un fluide selon l'invention comprend au moins un générateur de champ électro-magnétique dans au moins un circuit magnétique fermé présentant en au moins un endroit un noyau magnétique et au moins un élément en un matériau conducteur de l'électricité, qui s'étend autour dudit noyau magnétique et qui est en court-circuit dans le sens périphérique de ce dernier, ledit élément présentant au moins une surface en contact avec le fluide à réchauffer, de telle sorte que les courants induits dans cet élément provoquent l'échauffement de ce dernier afin de réchauffer le fluide.

30

Selon l'invention, ledit élément comprend de préférence des moyens pour le passage du fluide à réchauffer au travers de cet élément.

35

## 2

1            Selon l'invention, ledit élément comprend de préférence des moyens pour dévier le passage du fluide à réchauffer.

          Selon une variante, ledit élément comprend au moins une plaque annulaire s'étendant perpendiculairement audit noyau.

5            Selon une autre variante, ledit élément comprend une multiplicité de plaques annulaires s'étendant perpendiculairement audit noyau, les unes au-dessus des autres.

          Selon une autre variante, ledit élément comprend au moins une plaque annulaire cylindrique.

10           Selon une autre variante, ledit élément comprend une multiplicité de plaques annulaires cylindriques et concentriques.

          Selon une autre variante, ledit élément comprend une multiplicité de tubes s'étendant parallèlement à l'axe dudit noyau magnétique et accolés les uns aux autres afin de former un cylindre annulaire, conducteur de l'électricité périphériquement audit noyau magnétique.

15           Selon une autre variante, ledit élément chauffant comprend un bloc en matière poreuse.

          Selon une autre variante, ledit élément comprend un bloc annulaire qui présente des canaux pour la circulation du fluide à réchauffer.

20           Selon une autre variante, ledit élément chauffant comprend au moins un serpentín disposé autour dudit noyau magnétique, dont les spires sont en court-circuit dans le sens périphérique.

          Selon l'invention, ledit serpentín est de préférence tubulaire, le fluide à réchauffer circulant dans ce tube.

25           Selon une exécution préférée de l'invention, le dispositif de réchauffage peut avantageusement comprendre un récipient annulaire dans lequel est disposé ledit élément chauffant.

          Selon l'invention, ledit élément peut avantageusement comprendre un récipient annulaire dont au moins une paroi périphérique est conductrice de l'électricité.

30           Selon une variante, ledit générateur de champ électromagnétique comprend au moins une bobine alimentée en énergie électrique et disposée autour dudit noyau magnétique dudit circuit

## 3

1 magnétique, en dessous ou en dessus dudit élément chauffant et/ou dudit récipient.

5 Selon une autre variante, ledit générateur de champ électromagnétique comprend au moins une bobine alimentée en énergie électrique et disposée autour d'un autre noyau magnétique dudit circuit magnétique.

10 Selon une autre variante, ledit générateur de champ électromagnétique comprend au moins une bobine alimentée en énergie électrique et disposée autour dudit élément chauffant et/ou dudit récipient.

Selon une autre variante, ledit générateur de champ électromagnétique comprend au moins une bobine alimentée en énergie électrique, ledit élément chauffant et/ou ledit récipient étant disposé autour de cette bobine.

15 Selon une autre variante, ledit circuit magnétique comprend une partie amovible permettant la pose et l'enlèvement dudit élément et/ou dudit récipient.

Selon l'invention, ledit élément peut avantageusement être pourvu d'un revêtement en un matériau électriquement isolant.

20 La présente invention sera mieux comprise à l'étude de dispositifs de réchauffage décrits à titre d'exemples non limitatifs et illustrés par le dessin sur lequel :

- la figure 1 représente un premier dispositif de réchauffage selon l'invention, en élévation et partiellement en coupe ;

25 - la figure 2 représente une vue de dessus du dispositif de réchauffage de la figure 1 ;

- la figure 3 représente une vue latérale partiellement en coupe du dispositif de réchauffage de la figure 1 ;

30 - la figure 4 représente un autre dispositif de réchauffage selon la présente invention, en élévation et partiellement en coupe ;

- la figure 5 une vue de dessus partiellement en coupe du dispositif de réchauffage de la figure 4 ;

- la figure 6 représente un autre dispositif de réchauffage selon la présente invention, en élévation et partiellement en coupe ;

## 4

- 1 - la figure 7 représente une vue de dessus du dispositif de réchauffage de la figure 6 ;
- la figure 8 représente un autre dispositif de réchauffage selon la présente invention, en élévation et partiellement en coupe ;
- 5 - la figure 9 représente une vue de dessus du dispositif de réchauffage de la figure 8 ;
- la figure 10 représente un autre dispositif de réchauffage selon la présente invention, en élévation et partiellement en coupe ;
- la figure 11 représente une vue de dessus partiellement en coupe du dispositif de réchauffage de la figure 10 ;
- 10 - les figures 12 à 17 représentent, en perspective, des variantes d'exécution de l'élément chauffant du dispositif de réchauffage de l'invention ;
- les figures 18 à 21 représentent, en perspective, des variantes d'exécution du récipient du dispositif de réchauffage de l'invention.
- 15

En se reportant aux figures 1 à 3, on voit qu'on a représenté un dispositif de réchauffage, repéré d'une manière générale par la référence 1, qui comprend un circuit magnétique fermé 2 qui présente deux noyaux magnétiques verticaux 3 et 4 dont les extrémités inférieures sont reliées par une branche horizontale 5, de manière à former un U, ainsi qu'une branche horizontale supérieure 6 qui prend appui sur les surfaces des extrémités des noyaux verticaux 3 et 4 et qui est fixée à ces derniers par l'intermédiaire de vis 7 et 8 ou tous autres moyens de fixation temporaire ou amovibles. Le circuit magnétique fermé ainsi constitué présente, sur son pourtour, une section sensiblement constante qui dans cet exemple est carrée.

20

25

Contre les flancs de la branche horizontale inférieure 5 sont fixées des plaques 9 et 10 qui présentent à leur partie inférieure des pieds 11 et 12 et qui présentent à leur partie supérieure des plates-formes horizontales 13 et 14.

30

Le circuit magnétique 2 peut être formé par des tôles magnétiques, des pièces de fer, des matériaux frittés magnétiques ou encore des circuits magnétiques feuilletés ou roulés.

## 5

1 Autour du noyau magnétique vertical 3 est disposée une  
bobine 15 de fil 16 enroulé en spires qui, lorsqu'il est alimenté en  
courant électrique alternatif par son connecteur 17 constitue un  
générateur ou inducteur de champ électromagnétique dans le circuit  
5 magnétique fermé 2.

La bobine 15 est cylindrique et est portée par les plates-  
formes 13 et 14 par l'intermédiaire d'une rondelle électriquement  
isolante 18. Elle s'étend de préférence sur presque toute la longueur du  
noyau magnétique 3.

10 Le dispositif de réchauffage 1 comprend un récipient ou  
enceinte annulaire, représenté d'une manière générale par la référence  
19, qui est disposé concentriquement autour du noyau magnétique 4 du  
circuit magnétique 2 et qui s'étend sur presque toute la hauteur de ce  
noyau 4.

15 Ce récipient 19 comprend une paroi cylindrique intérieure 20  
et une paroi cylindrique extérieure 21, un fond radial 22 qui repose sur  
les plates-formes 13 et 14 par l'intermédiaire d'une rondelle  
électriquement isolante 23, ainsi qu'un couvercle ou bouchon annulaire  
étanche 24. La paroi extérieure 21 du récipient 19 porte, à sa partie  
20 inférieure, un embout radial 25 d'entrée/sortie de fluide et le couvercle  
24 porte un embout vertical 26 de sortie/entrée de fluide.

Ainsi, la bobine 15 et le récipient 19 passent entre les noyaux  
verticaux 3 et 4.

25 Dans le récipient 19 est disposé un élément chauffant, repéré  
d'une manière générale par la référence 27, qui est constitué dans cet  
exemple par une multiplicité de plaques annulaires 28 qui s'étendent  
radialement, perpendiculairement à l'axe du noyau magnétique 4, et qui  
sont empilées les unes au-dessus des autres, ces plaques 28 étant  
maintenues à distance les unes des autres et présentant à cet effet,  
30 alternativement, des rebords extérieurs 29 et des rebords intérieurs 30  
d'appui maintenant leur écartement. Cet élément chauffant s'étend sur  
toute la hauteur du récipient 19 et les plaques 28 qui le constituent  
occupent toute la section de l'espace séparant sa paroi intérieure 20 et  
sa paroi extérieure 21. Bien entendu, les plaques 28 pourraient être liées

1 entre elles de façon à former un bloc facilement enfila- ble dans le  
récipient annulaire 19 et facilement extractable.

5 Ces plaques 27 sont munies alternativement d'une multiplicité  
d'orifices traversants 31 situés au voisinage de leur périphérie et une  
multiplicité d'orifices traversants 32 situés du côté de leur partie  
centrale. Ainsi, un fluide entrant par exemple par l'embout 25, circule  
dans le récipient 19 entre les plaques 28 et passe d'un espace à l'espace  
adjacent en traversant alternativement les orifices 31 et les orifices 32,  
pour ressortir par l'embout 26

10 Les parois du récipient 19 peuvent être en un matériau non  
conducteur de l'électricité ou en un matériau conducteur de l'électricité,  
ce matériau étant adapté aux conditions physiques et chimiques du  
fluide traversant le récipient 19. les parois internes du récipient 19  
peuvent porter une couche en un matériau de protection adapté à ces  
15 conditions, conducteur ou non de l'électricité.

Les plaques 28 constituant l'élément chauffant 27 sont en un  
matériau conducteur de l'électricité et présentent la caractéristique  
d'être en court-circuit dans le sens périphérique du noyau magnétique 4.  
Le matériau constituant ces plaques 28 peut être un métal, un alliage ou  
20 un graphite. Par ailleurs, les plaques peuvent être éventuellement  
recouvertes d'un revêtement de protection en un matériau conducteur ou  
non de l'électricité et adapté aux conditions physiques et chimiques du  
fluide circulant dans le récipient 19, par exemple en un matériau  
réfractaire.

25 Le dispositif de réchauffage 1 fonctionne de la manière  
suivante.

Le champ électromagnétique créé par la bobine 15, qui  
constitue un inducteur, est canalisé par le circuit magnétique fermé 2.  
Le champ électromagnétique qui en résulte au voisinage du noyau  
30 magnétique 4 du circuit magnétique 2 provoque l'apparition de courants  
induits dans les plaques annulaires 28 conductrices de l'électricité, sans  
différence de potentiel notable à la surface des plaques ou entre les  
plaques.

Ces courants induits circulent dans le sens périphérique du



1 noyau magnétique 4 et provoquent une élévation de température des  
plaques 28, l'énergie calorifique étant sensiblement uniformément  
répartie sur la surface de ces plaques. Des courants induits peuvent  
5 également apparaître dans les parois du récipient 19 si ces dernières  
sont en un matériau conducteur de l'électricité, ces courants induits  
provoquant une élévation de température des parois de ce récipient,  
sensiblement uniformément répartie.

Il se produit alors un échange de chaleur entre les plaques 28,  
et éventuellement les parois du récipient, et le fluide circulant dans le  
10 récipient 21, d'autant plus important que la surface totale des plaques  
est grande.

Comme on l'a vu, la branche supérieure horizontale 6 du  
circuit magnétique 2 est amovible. Cela permet de libérer l'extrémité  
supérieure du noyau magnétique 3 afin d'installer la bobine 15 et de  
libérer l'extrémité supérieure du noyau magnétique 4 afin d'installer le  
15 récipient 19, l'élément chauffant 27 et son couvercle 24 et de les enlever  
par exemple pour nettoyage.

On va maintenant décrire différents autres dispositifs de  
réchauffage qui fonctionnent de façon équivalente au dispositif décrit ci-  
20 dessus et qui présentent les mêmes avantages, ces dispositifs  
comprenant des récipients renfermant un élément chauffant qui  
correspondent au récipient et à l'élément chauffant décrits plus haut.

Le dispositif de réchauffage représenté sur les figures 4 et 5,  
qui est repéré d'une manière générale par la référence 101, se  
25 différencie de celui décrit en référence aux figures 1 à 3 par le fait que  
son circuit magnétique fermé 102 comprend deux boucles fermées  
déterminées par un noyau magnétique central et vertical commun 104,  
deux noyaux magnétiques latéraux et verticaux 103a et 103b, une  
traverse horizontale inférieure 105 qui relie les extrémités inférieures  
30 des noyaux 103a, 104 et 103b, de manière à déterminer avec ces  
derniers un W, ainsi qu'une traverse supérieure amovible 106 qui est  
posée sur les faces d'extrémité supérieure des noyaux 103a, 104 et 103b  
et fixée à ces derniers par des vis 107a, 108 et 107b.

Le récipient annulaire cylindrique 119 du dispositif de

## 8

1 réchauffage 101, qui renferme un élément chauffant 127, est disposé  
autour du noyau central 104, tandis que son générateur de champ  
électromagnétique, constitué par une bobine annulaire cylindrique 115,  
est disposé autour du récipient 119, le récipient 119 et la bobine 115  
5 passant entre d'une part le noyau central 104 et le noyau latéral 103a et  
d'autre part entre le noyau central 104 et le noyau latéral 103b.

La bobine 115 et le récipient 119 ont sensiblement la même  
hauteur, cette hauteur étant légèrement inférieure à la hauteur des  
noyaux 104, 103a et 103b.

10 Dans cet exemple, les embouts d'entrée/sortie et de  
sortie/entrée 125 et 126 du récipient 119 sont prévus verticalement et  
sont montés sur le couvercle 124 du récipient 119 en des endroits  
diamétralement opposés.

Le dispositif de réchauffage 201 représenté sur les figures 6 et  
15 7 comprend un circuit magnétique fermé 202 à deux boucles,  
correspondant à celui des figures 4 et 5, qui est formé par un noyau  
magnétique central et vertical 204 et deux noyaux magnétiques latéraux  
et verticaux 203a et 203b, une traverse horizontale inférieure 205 et une  
traverse horizontale supérieure amovible 206.

20 Le dispositif de réchauffage 201 comprend trois générateurs  
de champ électromagnétique constitués par trois bobines annulaires  
cylindriques 215a, 215b et 215c respectivement disposées juste autour  
des noyaux magnétiques 203a, 203b et 204.

Le dispositif de réchauffage 201 comprend également trois  
25 récipients 219a, 219b et 219c respectivement disposés autour des  
bobines 215a, 215b et 215c, ces récipients étant équipés à l'intérieur  
d'éléments chauffants 227a, 227b et 227c.

Il s'ensuit que la bobine 215a et le récipient 219a qui l'entoure  
ainsi que la bobine 215c et le récipient 219c qui l'entoure passent entre  
30 les noyaux verticaux 203a et 204 et que la bobine 215b et le récipient  
219b qui l'entoure ainsi que la bobine 215c et le récipient 219c qui  
l'entoure passent entre les noyaux verticaux 203b et 204.

Le dispositif de réchauffage 301 représenté sur les figures 8 et  
9 comprend un circuit magnétique fermé 302 correspondant à celui des

1 figures 1 à 3 et comprend donc un noyau magnétique vertical 303 et un  
noyau magnétique vertical 304 reliés à leur partie inférieure par une  
traverse horizontale 305, ainsi qu'une traverse horizontale amovible  
supérieure 306.

5 Le dispositif de réchauffage 301 comprend une bobine  
annulaire cylindrique 315a disposée autour du noyau magnétique 304,  
un récipient annulaire cylindrique 319 disposé autour de la bobine 315a  
et une bobine annulaire cylindrique 315b disposée autour du  
récipient 319, ce dernier renfermant un élément chauffant 327.

10 La bobine intérieure 315a, le récipient 319 et la bobine  
extérieure 315b, qui ont sensiblement la même hauteur, passent entre les  
noyaux magnétiques 303 et 304.

Le dispositif de réchauffage 401 représenté sur les figures 10  
et 11 comprend un circuit magnétique 402 qui, comme celui des figures  
15 1 à 3, comprend un noyau magnétique vertical 403 et un noyau  
magnétique vertical 404 reliés à leur partie inférieure par une traverse  
horizontale 405 et, à leur partie supérieure, par une traverse supérieure  
amovible 406.

Le dispositif de réchauffage 401 comprend un premier  
20 générateur de champ électromagnétique constitué par une bobine  
annulaire plate 415a disposée autour du noyau magnétique 403 et une  
seconde bobine annulaire plate 415b disposée autour du noyau  
magnétique 404.

Au-dessus de la bobine 415a, le dispositif de réchauffage 401  
25 comprend un récipient cylindrique annulaire 419a qui renferme un  
élément chauffant 427a. Au-dessus de la bobine 415b, le dispositif de  
réchauffage 401 comprend un récipient à fluide 419b qui s'étend autour  
du noyau magnétique 404 et qui renferme un élément chauffant 427b. La  
bobine 415a et le récipient 419a ont sensiblement le même diamètre et,  
30 la bobine 415b et le récipient 419b ont également, notamment,  
sensiblement le même diamètre, ces diamètres étant dans l'exemple  
sensiblement égaux.

Dans les exemples qui viennent d'être décrits, les bobines  
peuvent être alimentées par du courant monophasé ou triphasé. Les

1 récipients d'un même dispositif de réchauffage peuvent être branchés en  
série. Le choix de la fréquence et de l'intensité du courant dépendront  
notamment des dispositions constructives des dispositifs de réchauffage,  
de la quantité de chaleur à fournir au fluide à réchauffer, de la vitesse  
5 d'écoulement de ce dernier et des surfaces d'échanges thermiques avec  
ce fluide.

On va maintenant décrire différentes variantes d'exécution  
d'éléments chauffants susceptibles d'être disposés dans des récipients  
correspondants à ceux des exemples précédents, la structure de ces  
10 éléments permettant la formation, sans différence de potentiel notable,  
de courants induits périphériquement au noyau magnétique qui s'étend  
au travers des récipients qui les reçoivent, qui provoquent leur  
réchauffage.

En se reportant maintenant à la figure 12, on voit qu'on a  
représenté un élément chauffant 527 disposé dans un récipient 519, cet  
15 élément chauffant 527 comprenant une multiplicité de plaques  
annulaires 528 en un matériau conducteur de l'électricité qui s'étendent  
perpendiculairement à l'axe du récipient 527. Ces plaques 528 sont  
empilées et séparées par trois entretoises 529a, 529b et 529c disposées à  
20 120° et elles présentent alternativement un grand diamètre intérieur et  
un grand diamètre extérieur et un diamètre intérieur plus petit et un  
diamètre extérieur plus petit, de telle sorte que ces plaques annulaires  
528 sont alternativement en contact avec la paroi intérieure 520 du  
récipient 519 et la paroi intérieure 521 de ce récipient. Anisi, le fluide  
25 peut circuler radialement de l'intérieur vers l'extérieur et de l'extérieur  
vers l'intérieur, alternativement, en passant contre les faces opposées  
des différentes plaques.

En se reportant à la figure 13, on voit qu'on a représenté un  
élément chauffant 627 constitué par une multiplicité de plaques  
30 annulaires 628 en un matériau conducteur de l'électricité qui s'étendent  
perpendiculairement à l'axe du récipient destiné à les recevoir. Ces  
plaques sont empilées les unes au-dessus des autres et séparées par des  
entretoises 629, ces plaques 628 ayant des diamètres intérieurs et  
extérieurs identiques. Afin de permettre la circulation du fluide, les

1       plaques 628 présentent chacune quatre orifices traversants 631 répartis à 90°, les orifices de deux plaques adjacentes étant décalés de 45°.

5       En se reportant à la figure 14, on voit qu'on a représenté un élément chauffant 727 formé par un bloc constitué par une multiplicité de plaques annulaires 728 en un matériau conducteur de l'électricité. Ces plaques sont empilées et en contact les unes avec les autres et présentent des diamètres intérieurs et extérieurs identiques. Les plaques 728 présentent une multiplicité d'orifices 731 correspondants qui déterminent une multiplicité de canaux verticaux 731a pour le passage  
10       du fluide.

15       En se reportant à la figure 15, on voit qu'on a représenté un élément chauffant 827 constitué par quatre plaques cylindriques et concentriques 828, en un matériau conducteur de l'électricité. Ces plaques concentriques cylindriques 828 sont maintenues écartées par trois barres radiales 829 disposées à 120°, qui présentent des encoches 829a dans lesquelles pénètrent les bords d'extrémité des plaques cylindriques 828, des barres identiques étant prévues pour le maintien de leurs extrémités opposées. Le fluide passe entre les plaques 828 en circulant axialement.

20       En se reportant à la figure 16, on voit qu'on a représenté un élément chauffant 927 qui est constitué par une multiplicité de tubes verticaux 928 en un matériau conducteur de l'électricité. Ces tubes sont accolés les uns contre les autres de manière à présenter une enveloppe formant un cylindre creux et sont fixés entre eux par exemple par soudage afin de former un circuit électrique dans le sens périphérique  
25       de ce cylindre creux. Le fluide peut s'écouler au travers de ces tubes 928 et éventuellement entre eux pour être réchauffé au contact de leurs parois.

30       En se reportant à la figure 17, on voit qu'on a représenté un élément chauffant 1027 qui cette fois est constitué par un cylindre creux, cet élément 1027 étant constitué par un bloc en une matière poreuse conductrice de l'électricité. Dans ce cas, le fluide peut s'écouler en passant au travers de cette matière poreuse.

35       Dans certains des exemples d'éléments chauffants qui viennent

1 d'être décrits, il peut être souhaitable de prévoir, dans la partie inférieure et dans la partie supérieure du récipient les recevant, des espaces formant collecteurs, dans lesquels débouchent les embouts d'entrée/sortie de fluide.

5 En se reportant maintenant à la figure 18, on voit qu'on a représenté une variante d'exécution d'un récipient annulaire 1119 qui présente une paroi intérieure 1120 de section rectangulaire et une paroi extérieure 1121 également de section rectangulaire, ainsi qu'une paroi radiale inférieure 1122 qui joint les extrémités inférieures des parois 1120 et 1121 et un couvercle 1124 amovible qui joint les extrémités supérieures des parois 1120 et 1121, ces dernières présentant des rebords d'appui 1120a et 1121a pour ce couvercle 1124.

10 L'espace intérieur déterminé par la paroi intérieure 1120a et l'orifice central 1124a du couvercle 1124 permet le passage d'un noyau magnétique comme on l'a vu dans les exemples précédents. En des endroits opposés inférieur et supérieur, le récipient 1119 présente des embouts d'entrée/sortie 1125 et 1126 pour la circulation du fluide. Dans ce récipient 1119 peut être disposé un élément chauffant qui peut être formé par l'un quelconque des éléments chauffants décrits précédemment, mais adapté à la section rectangulaire de son espace intérieur.

20 On va maintenant décrire des récipients à fluide, ou équivalents, constituant à eux seuls des éléments susceptibles de réchauffer le fluide les traversants, ces récipients étant susceptibles de remplacer l'un quelconque des récipients des dispositifs de réchauffage décrits précédemment.

25 Le récipient représenté sur la figure 19, repéré d'une manière générale par la référence 1219, comprend une paroi intérieure cylindrique 1220 et une paroi extérieure cylindrique 1221, reliées à leurs extrémités inférieures par une paroi annulaire radiale 1223 et reliées à leurs extrémités supérieures par une paroi annulaire radiale 1224. Ces parois sont en un matériau conducteur de l'électricité de telle sorte que des courants induits, sans différence de potentiel notable, peuvent apparaître dans le sens périphérique, afin de provoquer une

## 13

1 élévation de leur température. Dans cet exemple, les parois intérieure et  
extérieure 1220 et 1221 sont rapprochées afin que la quantité de fluide  
dans l'espace qui les sépare soit faible. La paroi extérieure 1221  
5 présente à sa partie inférieure un embout 1225 d'entrée/sortie de fluide  
et la paroi supérieure 1224 présente un embout 1226 de sortie/entrée de  
fluide.

Le récipient représenté sur la figure 20, repéré d'une manière  
générale par la référence 1319, est constitué par un serpentín formé par  
un tube enroulé en spires 1320 superposées et accolées, ces spires étant  
10 soudées entre elles. Contre la face intérieure de ce serpentín est  
disposée une plaque cylindrique 1221 sur laquelle lesdites spires sont  
également soudées. Le tube 1319, la plaque cylindrique 1221 et ces  
soudures sont en une matière conductrice de l'électricité de telle sorte  
des courants induits, sans différence de potentiel notable, peuvent  
15 apparaître dans le sens périphérique, afin de provoquer une élévation de  
leur température sous l'effet du champ électromagnétique d'un noyau  
magnétique traversant axialement la plaque cylindrique 1221 afin de  
réchauffer le fluide circulant dans le serpentín. Le tube 1320 présente  
des embouts 1325 et 1326 pour l'entrée/sortie de fluide.

20 Le récipient représenté sur la figure 21, repéré d'une manière  
générale par la référence 1419, est constitué par un bloc annulaire  
cylindrique 1420 qui présente une multiplicité de canaux longitudinaux  
1421, les extrémités de ce bloc étant enveloppées de façon étanche par  
des couvercles annulaires 1422 et 1423 délimitant des collecteurs aux  
25 extrémités du bloc 1420, ces couvercles portant des embouts 1425 et  
1426 d'entrée/sortie de fluide.

Le bloc 1420 et éventuellement les couvercles 1422 et 1423  
sont en un matériau conducteur de l'électricité de telle sorte des  
courants induits, sans différence de potentiel notable, peuvent  
30 apparaître dans leur sens périphérique, afin de provoquer une élévation  
de leur température sous l'effet du champ électromagnétique d'un noyau  
magnétique les traversant axialement, afin de réchauffer le fluide  
circulant dans les canaux du bloc 1420.

Les dispositifs de réchauffage décrits peuvent être utilisés

1 pour le réchauffage de toutes sortes de fluides, même explosifs, en particulier des liquides éventuellement chargés ou des gaz éventuellement chargés et peuvent donc être utilisés dans toutes sortes de domaines.

5 La présente invention ne se limite pas aux exemples décrits ci-dessus. Les circuits magnétiques, les générateurs de champ électromagnétique et les récipients ou équivalents pourraient présenter d'autres formes. En particulier, les générateurs de champ magnétique notamment sous forme de bobines sont de préférence, en section, adaptés à la section des circuits magnétiques. Le dispositif de  
10 réchauffage de l'invention pourrait être utilisé pour le réchauffage de fluides stagnants dans des récipients amovibles éventuellement interchangeables.

D'autres variantes de réalisation sont possibles sans sortir du cadre défini par les revendications annexées.

15

20

25

30

35



1

**REVENDICATIONS**

5

10

1. Dispositif de chauffage d'un fluide, caractérisé par le fait qu'il comprend au moins un générateur de champ électromagnétique (15) dans au moins un circuit magnétique fermé (2) présentant en au moins un endroit un noyau magnétique (4) et au moins un élément (27) en un matériau conducteur de l'électricité, qui s'étend autour dudit noyau magnétique et qui est en court-circuit dans le sens périphérique de ce dernier, ledit élément présentant au moins une surface en contact avec le fluide à réchauffer, de telle sorte que les courants induits dans cet élément provoquent l'échauffement de ce dernier afin de réchauffer le fluide.

15

2. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que ledit élément (27) comprend des moyens (31, 32) pour le passage du fluide à réchauffer au travers de cet élément.

3. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que ledit élément (27) comprend des moyens (28) pour dévier le passage du fluide à réchauffer.

20

4. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que ledit élément (27) comprend au moins une plaque annulaire (28) s'étendant perpendiculairement audit noyau.

5. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que ledit élément (27) comprend une multiplicité de plaques annulaires (28) s'étendant perpendiculairement audit noyau, les unes au-dessus des autres.

25

6. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que ledit élément (827) comprend au moins une plaque annulaire cylindrique (828).

30

7. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que ledit élément (827) comprend une multiplicité de plaques annulaires cylindriques concentriques (828).

35

8. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que ledit élément (927) comprend une multiplicité de tubes (928) s'étendant parallèlement à l'axe dudit noyau magnétique et accolés les uns aux autres afin de former un cylindre annulaire,

## 16

1 conducteur de l'électricité périphériquement audit noyau magnétique.

9. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que ledit élément (1027) comprend un bloc en matière poreuse.

5 10. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que ledit élément (1419) comprend un bloc annulaire (1420) qui présente des canaux (1421) pour la circulation du fluide à réchauffer.

10 11. Dispositif selon la revendication 10, caractérisé par le fait que ledit élément (1319) comprend au moins un serpentin (1320) disposé autour dudit noyau magnétique, dont les spires sont en court-circuit dans le sens périphérique.

15 12. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé par le fait que ledit serpentin (1320) est tubulaire, le fluide à réchauffer circulant dans ce tube.

13. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'il comprend un récipient annulaire (19) dans lequel est disposé ledit élément (27).

20 14. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que ledit élément comprend un récipient annulaire (1219) dont au moins une paroi périphérique est conductrice de l'électricité.

25 15. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que ledit générateur de champ électromagnétique comprend au moins une bobine (415a) alimentée en énergie électrique et disposée autour dudit noyau magnétique dudit circuit magnétique, en dessous ou en dessus dudit élément chauffant et/ou dudit récipient.

30 16. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que ledit générateur de champ électromagnétique comprend au moins une bobine (15) alimentée en énergie électrique et disposée autour d'un autre noyau magnétique dudit circuit magnétique.

17. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que ledit générateur de champ électromagnétique comprend au moins une bobine (115) alimentée en énergie électrique et

**17**

**1** disposée autour dudit élément et/ou dudit récipient.

**5** 18. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que ledit générateur de champ électromagnétique comprend au moins une bobine (215a) alimentée en énergie électrique, ledit élément chauffant et/ou ledit récipient étant disposé autour de cette bobine.

**10** 19. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que ledit circuit magnétique comprend une partie amovible (6) permettant la pose et l'enlèvement dudit élément et/ou dudit récipient.

20. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que ledit élément est pourvu d'un revêtement en un matériau électriquement isolant.

**15**

**20**

**25**

**30**

**35**

1/10

FIG. 1

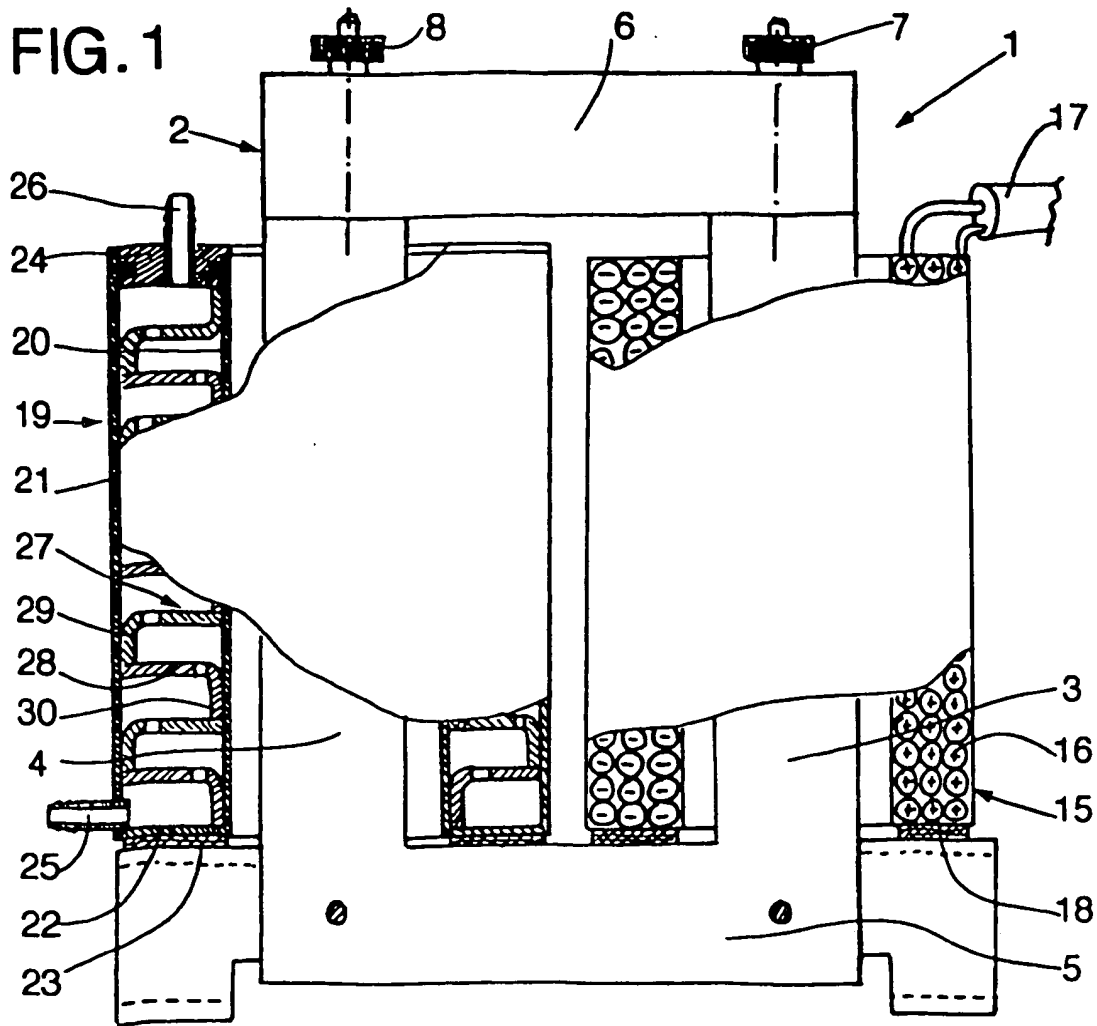
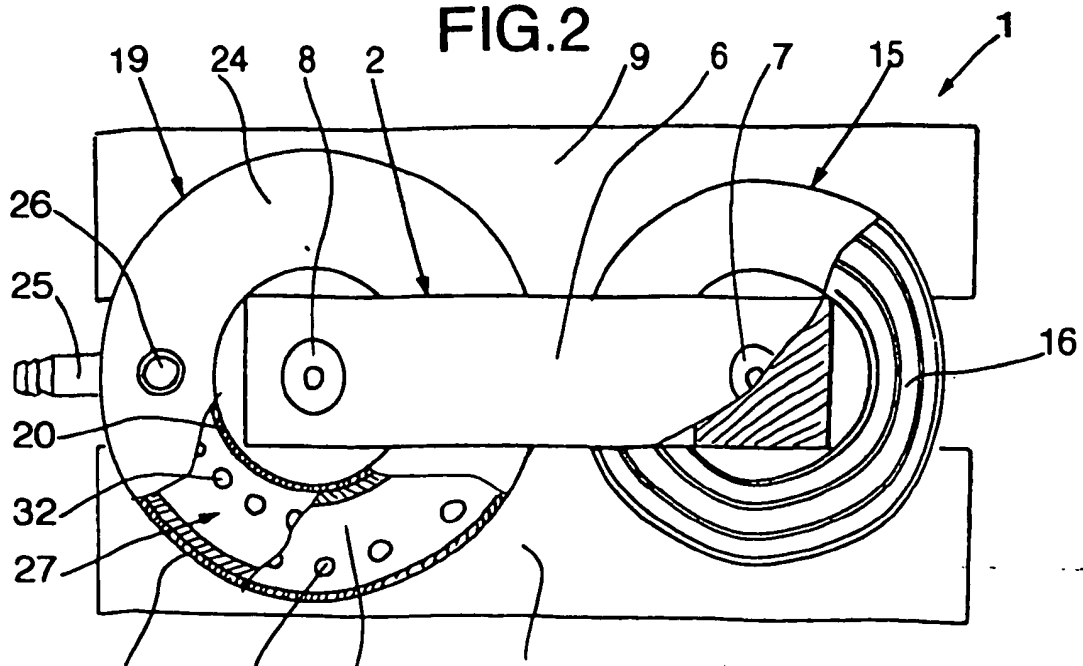
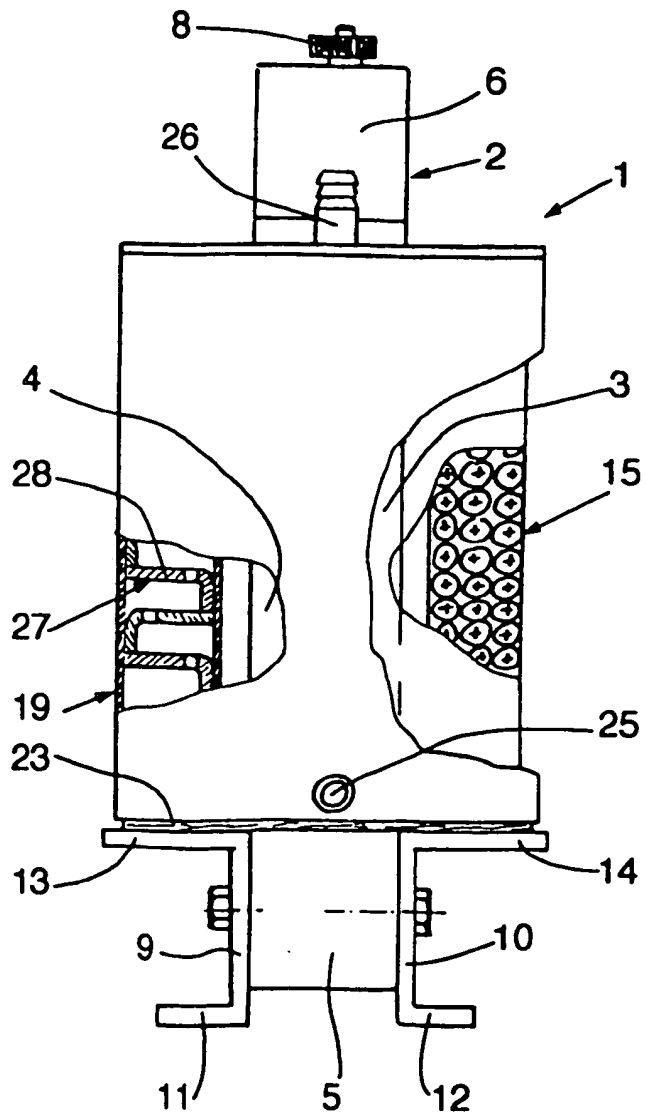


FIG. 2



2/10

FIG.3



3/10

FIG. 4

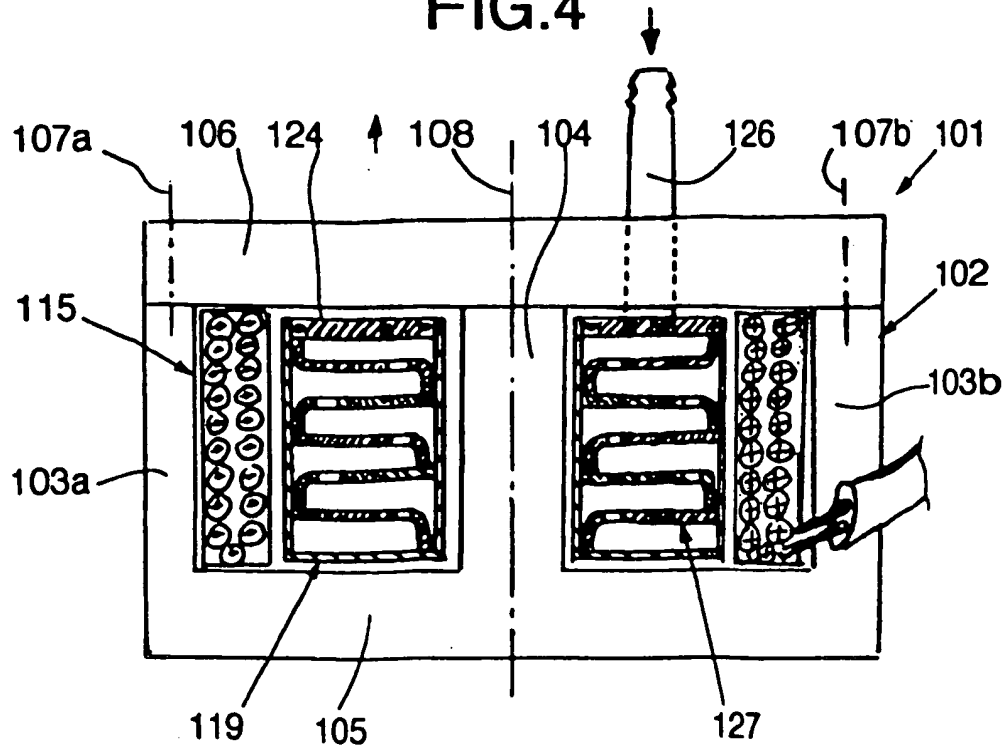
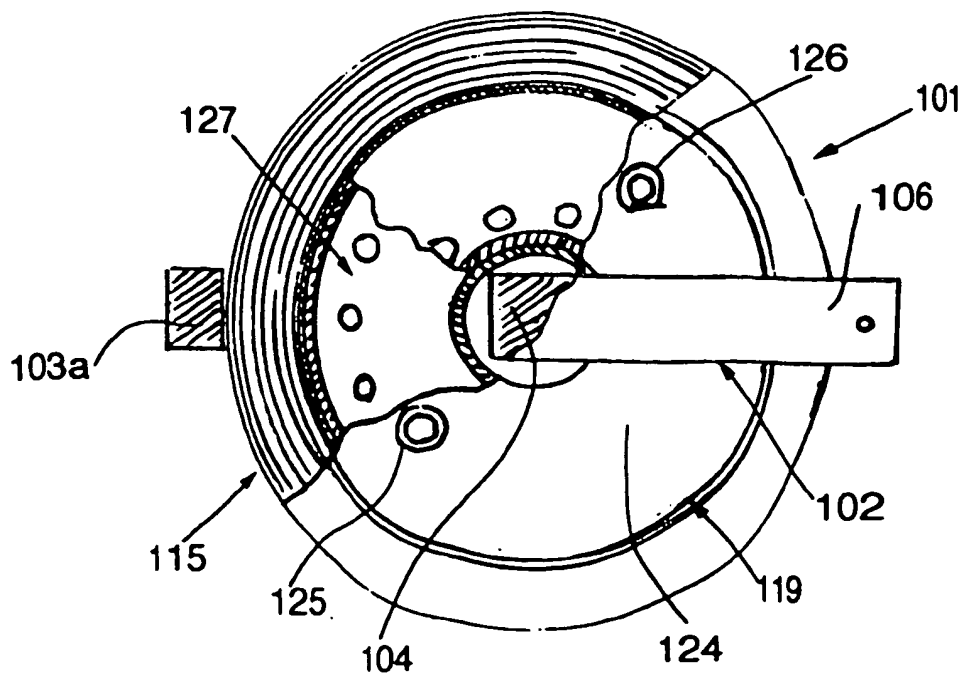


FIG. 5



4/10

FIG.6

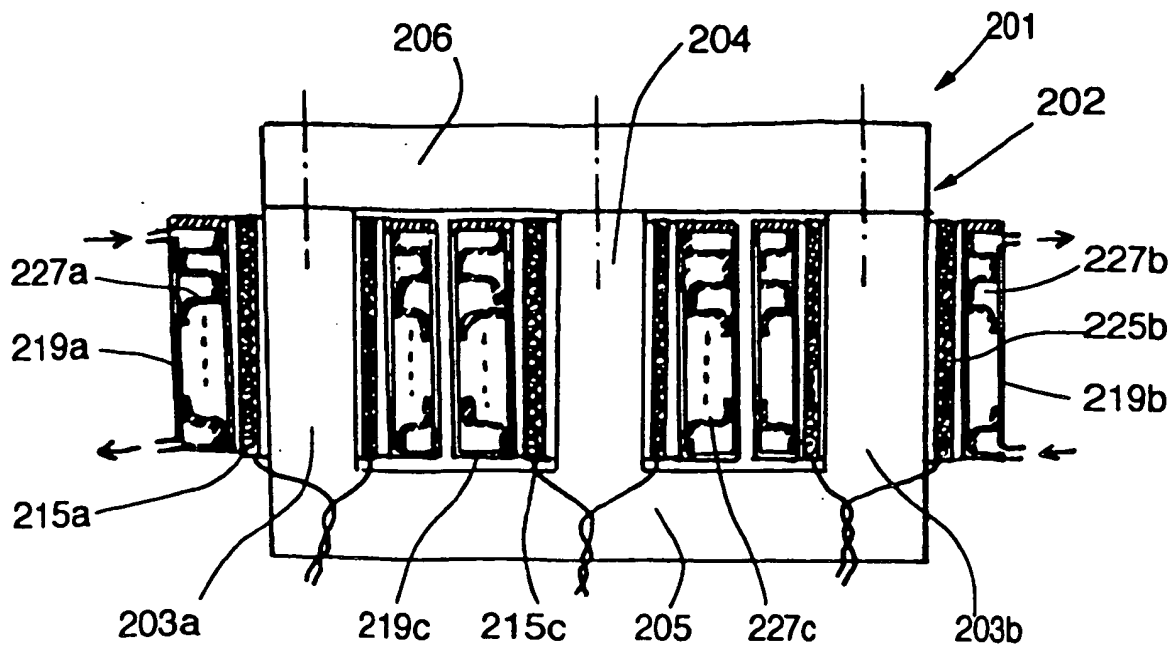
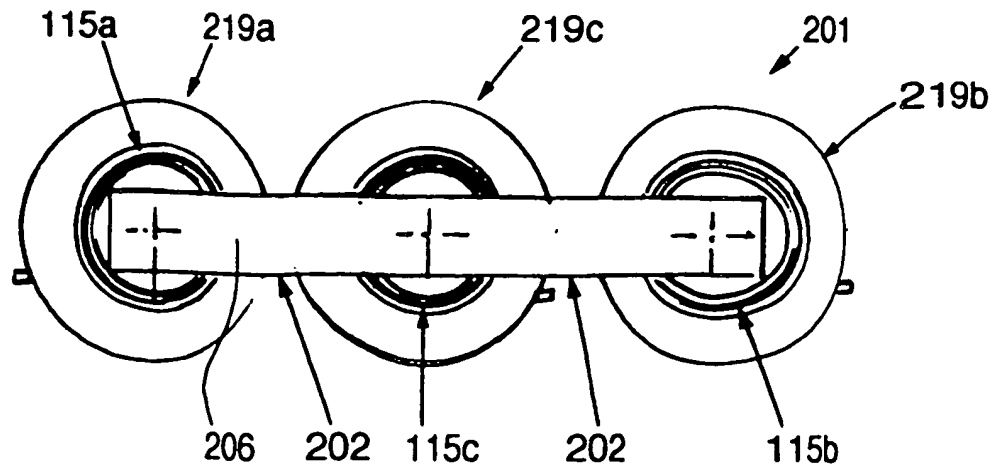


FIG.7



5/10

FIG.8

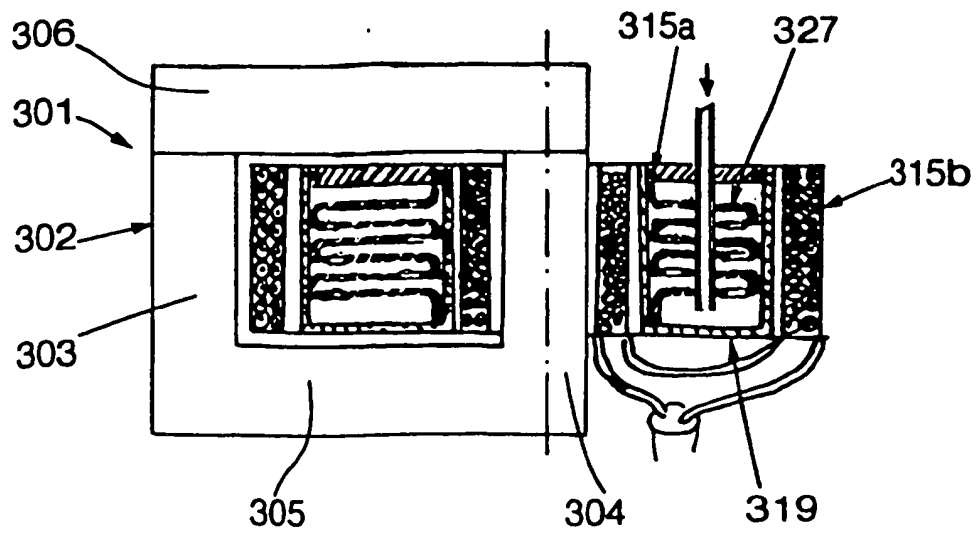
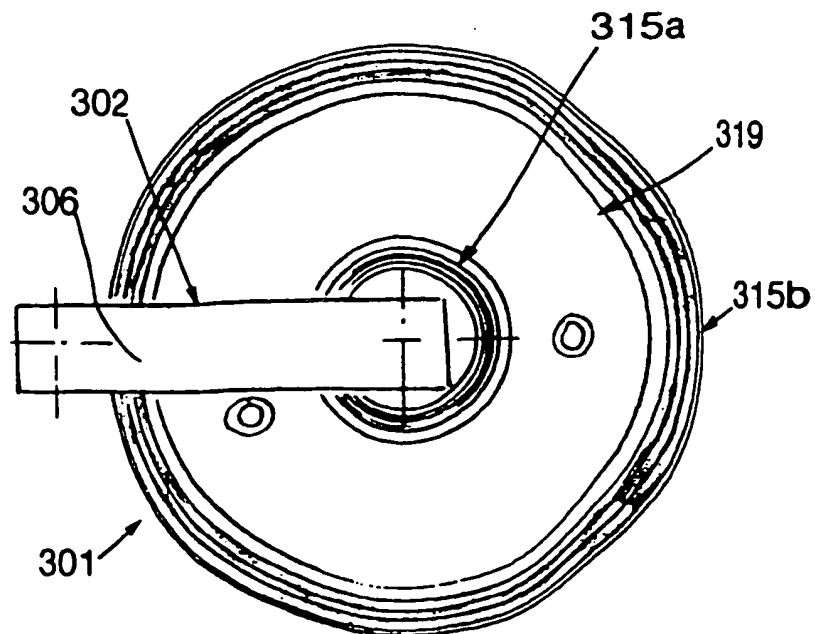


FIG.9





6/10

FIG.10

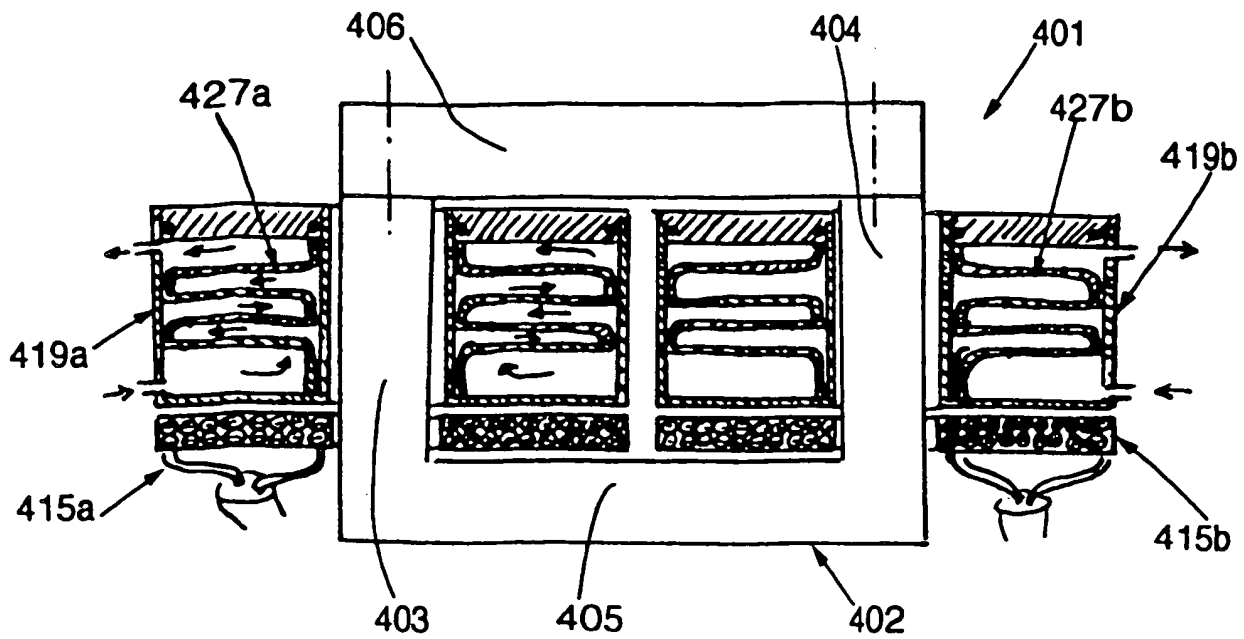
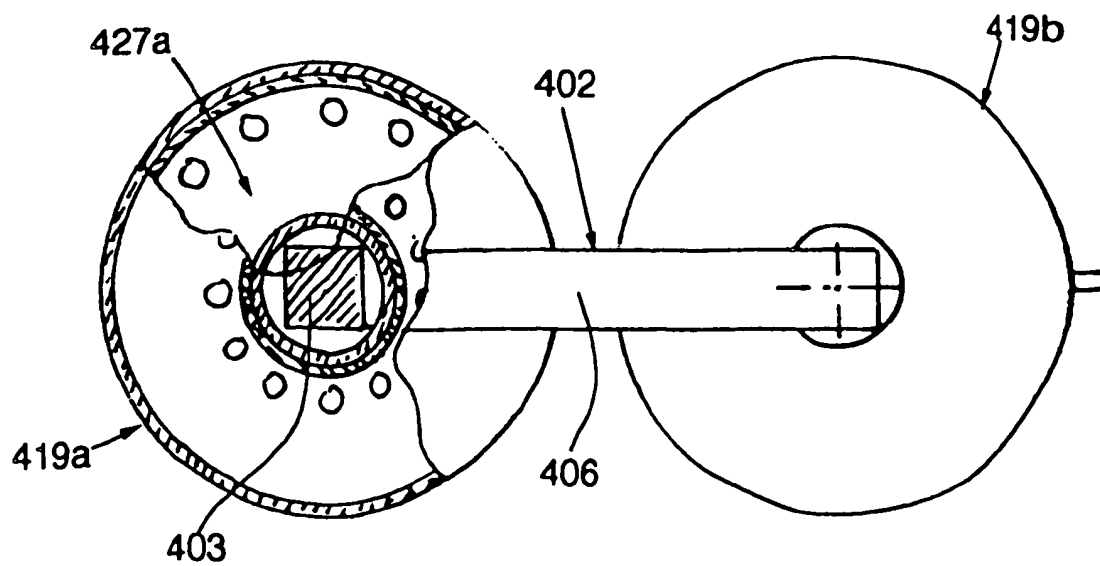


FIG.11



7/10

FIG. 12

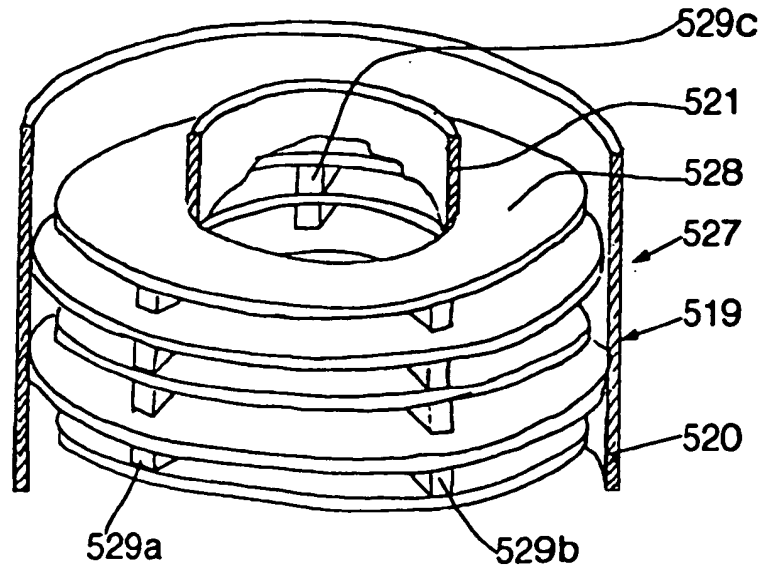


FIG. 13

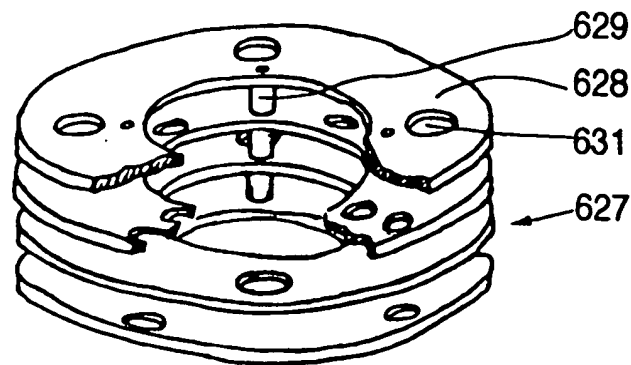


FIG. 14

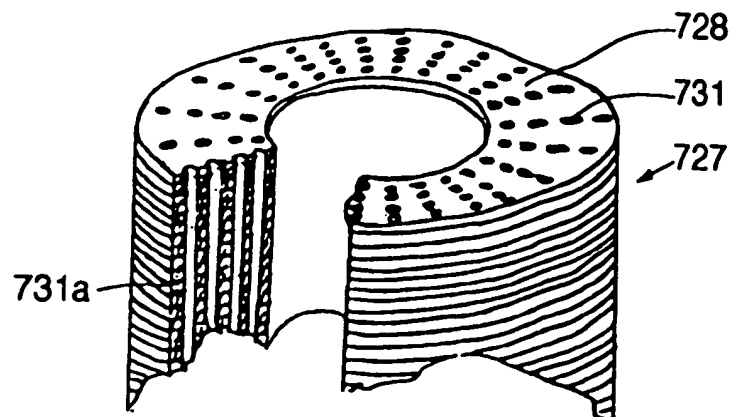


FIG. 15

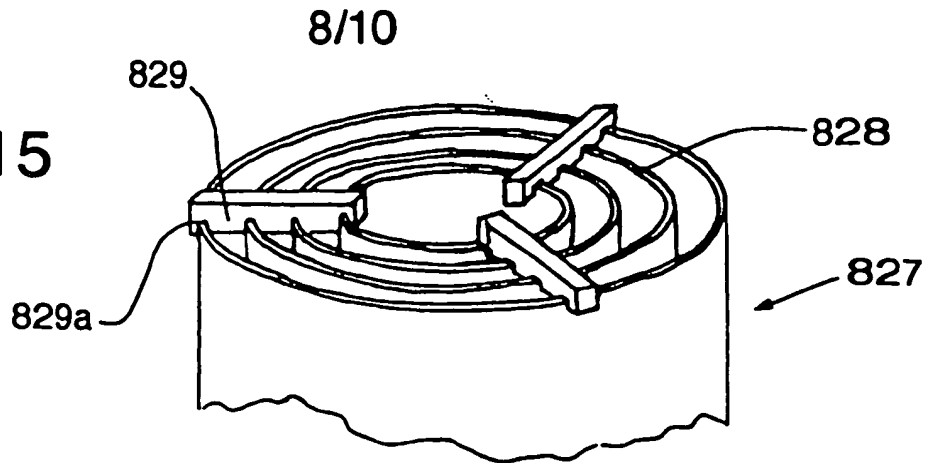


FIG. 16

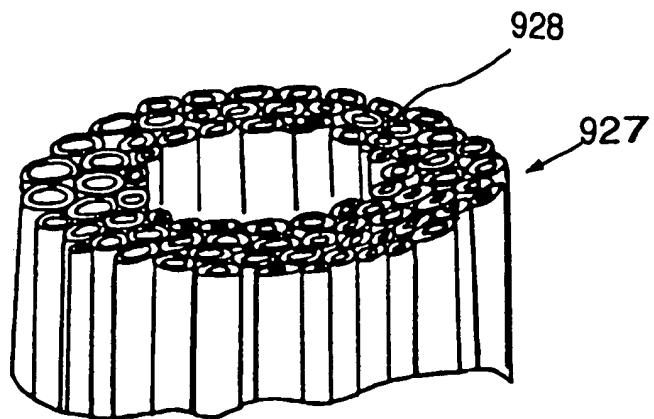


FIG. 17

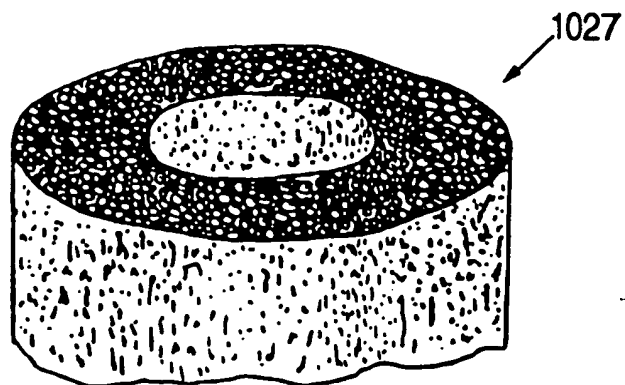
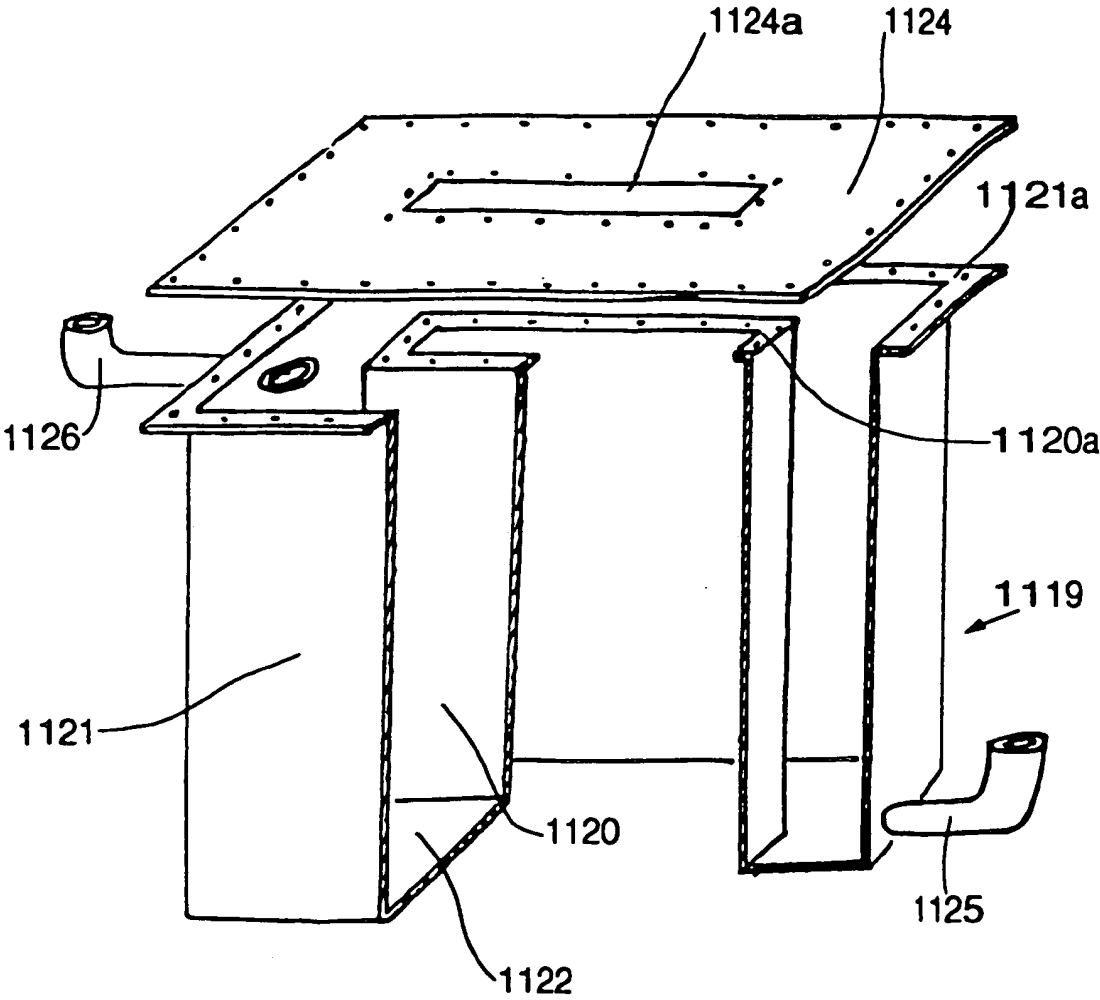


FIG.18



10/10

FIG. 19

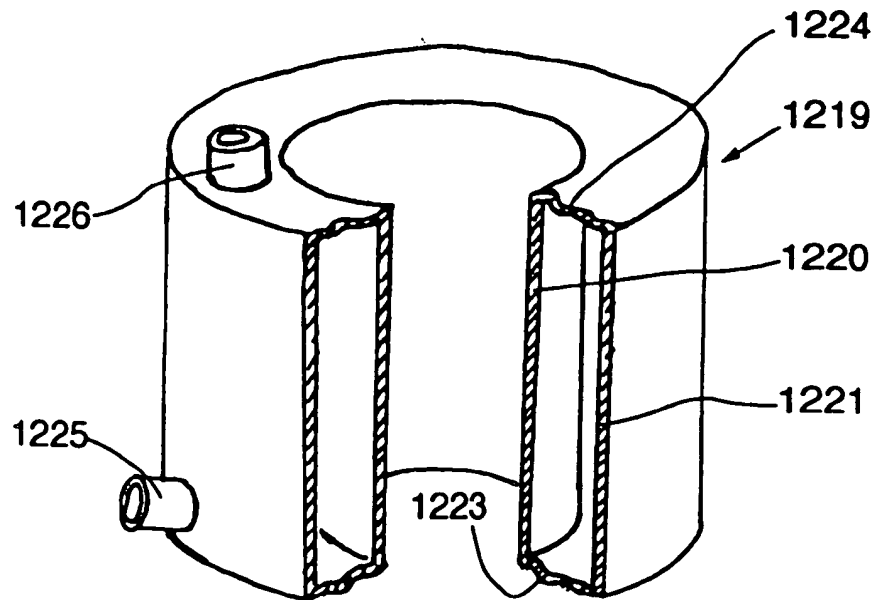


FIG. 20

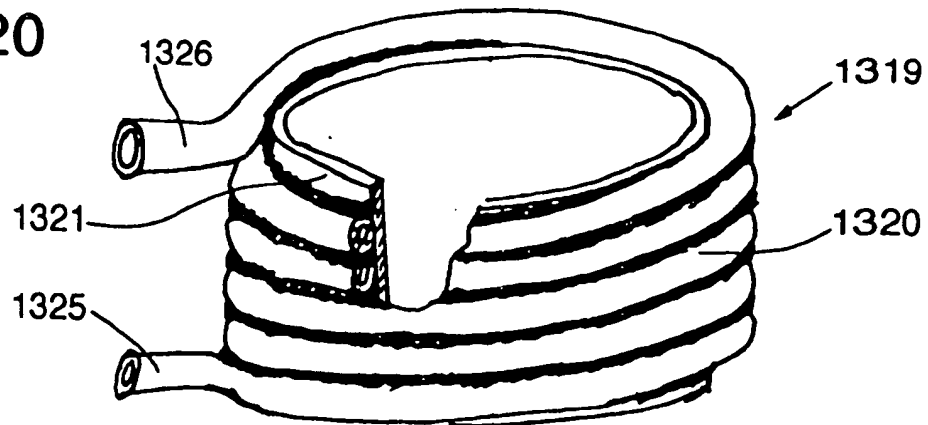
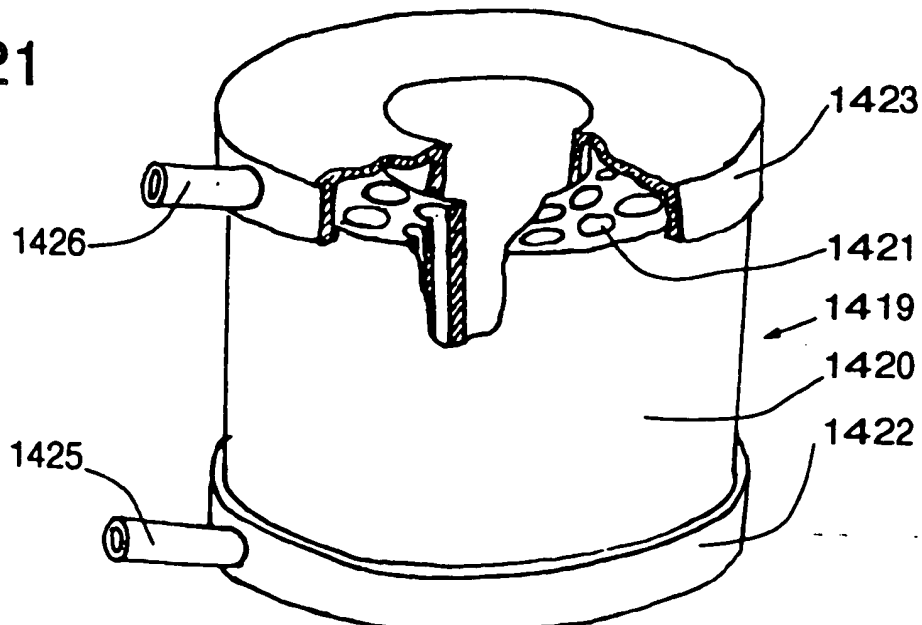


FIG. 21



INSTITUT NATIONAL

de la

PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE  
PRELIMINAIREétabli sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

FA 494266

FR 9315101

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	FR-A-702 297 (S.A. D'ÉCLAIRAGE ET D'APPLICATIONS ÉLECTRIQUES) * page 2, colonne de gauche, ligne 3 - ligne 20 *	1,2,11, 12,16
Y	---	3-5
Y	US-A-1 421 937 (ELECTRIC CONTROLLER CO. INC.) * page 1, ligne 56 - ligne 64; figure 3 *	3-5
X	DE-C-370 733 (SIEMENS-SCHUCKERTWERKE G.M.B.H.) * le document en entier *	1,6,7
A	EP-A-0 252 719 (CHISSO ENGINEERING CO. LTD.) * abrégé *	1
A	DE-A-27 45 135 (KALI-CHEMIE AG) * revendication 1 *	8
A	IBM TECHNICAL DISCLOSURE BULLETIN, vol.14, no.10, 1 Mars 1972, ARMONK, NEW-YORK, U.S.A. page 3174 R.B. JABLONSKY 'INDUCTIVE HEATING OF FLUIDS' * le document en entier *	9
A	FR-A-911 767 (S. DUVERNE)	
A	FR-A-590 103 (O. NEISS)	
A	FR-A-515 457 (ATELIERS DE CONSTRUCTION OERLIKON)	
A	US-A-2 501 393 (O.A. KENDALL)	
-/--		
Date d'achèvement de la recherche		Examinateur
30 Août 1994		De Smet, F
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document interchangeable T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons --- : membre de la même famille, document correspondant		

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL

de la

PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE  
PRELIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

2713871

N° d'enregistrement  
national

FA 494266  
FR 9315101

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendications concernées de la demande examinée
-----------	--	---

A	US-A-1 656 518 (W.J. HAMMERS)	
---	-------------------------------	--

A	US-A-1 563 296 (D.S. SCARBOROUGH)	
---	-----------------------------------	--

A	GB-A-376 028 (L. QUATRINI)	
---	----------------------------	--

DOMAINES TECHNIQUES  
RECHERCHES (Int. Cl. 5)

Date d'achèvement de la recherche

30 Août 1994

Examinateur

De Smet, F

CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITES

X : particulièrement pertinent à lui seul  
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un  
autre document de la même catégorie  
A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication  
ou arrière-plan technologique général  
O : divulgation non-écrite  
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention  
E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure  
à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date  
de dépôt ou qu'à une date postérieure.  
D : cité dans la demande  
L : cité pour d'autres raisons  
A : membre de la même famille, document correspondant